SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

アナログ入力ディジタル計測教具と学習テキスト開発

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2011-06-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 久保田, 強, 中村, 誉, 亀山, 寛 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00005689

アナログ入力ディジタル計測教具と学習テキスト開発

The Development of Learning Text and Teaching Materials for Digital Measurement with Analog Input

久保田　強[a]・中村　誉[b]・亀山　寛
Tsuyoshi KUBOTA, Takashi NAKAMURA and Hiroshi KAMEYAMA

（平成22年10月６日受理）

1. はじめに

人間は計測技術を通して、はじめて現象や事象を表す量を知ることができる[1)]。計測技術における計測対象は物理・化学分野、電気・電子分野および機械分野など広範囲に亘る。これらの計測対象の中でも最も基本的な計測対象として、１）距離･空間、２）時間、３）温度、４）速度などがあげられる。一方電気技術の中で計測・制御技術は重要な位置にある[2)]。技術システムの最も基本的な量の計測として、温度計測があげられる[3)]。教育の観点から考えると、計測教育は技術教育の中で重要な位置を占め、計測技術のすばらしさそのものに教える価値がある。計測教育は部分的な計測教育に矮小化できない重要性を持っている。

平成20年3月に学習指導要領が改訂された。新学習指導要領[4)]では選択授業が無くなり、技術・家庭科の技術分野「B　情報とコンピュータ」において、「(6) イ　コンピュータを用いた簡単な計測・制御」が「D　情報に関する技術」の「(3) ア　コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組み」へ組み込まれ必修になった。このように必ず計測・制御について触れなければならなくなった。

中学校の技術科教育において、コンピュータと結びつかない計測そのものに関する実践は主として電気の分野の回路計で行われていた。技術･家庭科設立以後20年間ほど、電気1の領域が存在した時代において、回路計は電気1の主要な教材であった。このことは教科書の中で、回路計は照明器具と並んで終始記載し続けられており、電気1領域の10％（7ページ）前後の量的な記載がなされていた[5)]ことから知ることができる。この時代で回路計（テスタ）を用いて電圧や抵抗を測るといった電気計測の教育実践を散見することができる[6)]。時代がやや下って技術・家庭の時間数が少し減少した時代になると、計測器の回路計を製作する教育実践が試みられるようになった[7)]。計測対象が抵抗、電圧に限定され、パーソナルコンピュータ（以下パソコンと略称）も普及してなかった時代であったので、計測をコンピュータとリンクすることなど想像もできなかった。現在においては、情報技術化が進展し、コンピュータを用いたプログラムによる計測が主要なものとなり、電気計測として技術的により進んだものとなった。

情報基礎が導入される前後から、コンピュータ教育を技術教育と把握し[8)]、コンピュータ制御教育の導入[9)]が主張され、先行的な教材開発も試みられるようになった[10､11)]。情報基礎導入時代から、コンピュータ制御教育は実践され[12)､]現在までにプログラミングロボットのようなコンピュータ制御の授業は実践され続けており、コンピュータ制御の教育は技術科教師に支持され

[a] 静岡北中　[b] 掛川西中

続けてきたといえる。

プログラミングロボット[11]の場合、ロボットの位置をリードスイッチセンサなどで検出し、その情報で駆動モータの回転をON-OFFで制御している中で、障害物の位置の計測を行っている。したがって、プログラミングロボットは計測・制御教材であるといえる。しかし、制御が主体であり、計測は従的な存在である。

一方、コンピュータのプログラムを用いた計測を主体とした授業はほとんど報告されていない。研究レベルでは温度計測を取り入れた研究がある[13、14]が、制御が主体であり、計測は従的な扱いである。中学校の技術教育において、計測を主体とした研究や教材研究は皆無といってよい状況である。

本研究では計測技術教育は技術教育の中で重要な位置を占め、計測技術のすばらしさそのものに教える価値があるという観点から、最終的には計測を主体とした授業の実現を目指す。計測主体の授業が可能な計測教具を開発し、同時にこの教具を使用した計測主体のテキストも開発することを研究の目的とした。具体的には簡便なプログラミングが出来るVBA（Visual Basic for Application）と、現在の情報機器接続の主流であるUSB（Universal Serial Bus）インターフェースを用いて、ディジタル入出力とA/D（Analog/Digital）変換を利用したアナログ入力での温度計測ができるアナログ＆ディジタル入出力教具の開発を目指す。本研究において、アナログ入力は具体的には温度計測に絞り、アナログ入力ディジタル計測教材の開発を進め、同時に授業用テキストを開発し、併せて試行的な計測主体の授業実践を行った。そして、試行授業をフィードバックし、計測主体の授業テキストの改良を行った。

2. アナログ入力ディジタル計測教具の開発

2-1. アナログ入力ディジタル計測教具のシステム

図1に開発したアナログ入力ディジタル計測教具のシステムを示す。この教具はハードウェアである計測基板部分とPIC（Peripheral Interface Controller）を制御するファームウェア、そしてパソコンで使用するソフトウェアから構成される。太線で囲まれた部分の計測基板、ファームウェア、DLL（Dynamic Link Library）のshizugi.DLLとVBAプログラムは今回の研究で作成したものである。

ハードウェアは､処理の中枢としてアナログ値をディジタル値に変換するA/Dコンバータを内蔵した、USBを扱うモジュールを持つPIC18F2550を使用している。このPICと共にアナログ入力ディジタル計測用のセンサとして温度センサと、LED（Light Emitting Diode:発光ダイオード）の点滅制御に8個のLEDを搭載したハードウェアを開発する。振り子の周期を計測する教材[15]、及びLEDの点滅制御も教授できるようにディジタル入出力の機能を持たせている。本計測基板では温度センサを使用するが、温度センサに留まらず、センサ次第では他のアナログ値も計測できる。基本的なディジタル入出力とアナログ入力の機能を備えた汎用的な計測制御教材とした。

PICに書き込むファームウェアはHID（Human Interface Device）を利用している。HIDクラスを利用することで、HIDデバイスドライバはWindows OSの中に含まれているので、専用のデバイスドライバの開発やインストールは不要である。そして、自動的に機器の検出や、適切な設定を行うプラグアンドプレイの機能と、電源を投入したまま教具の抜き差しが可能なホットプラ

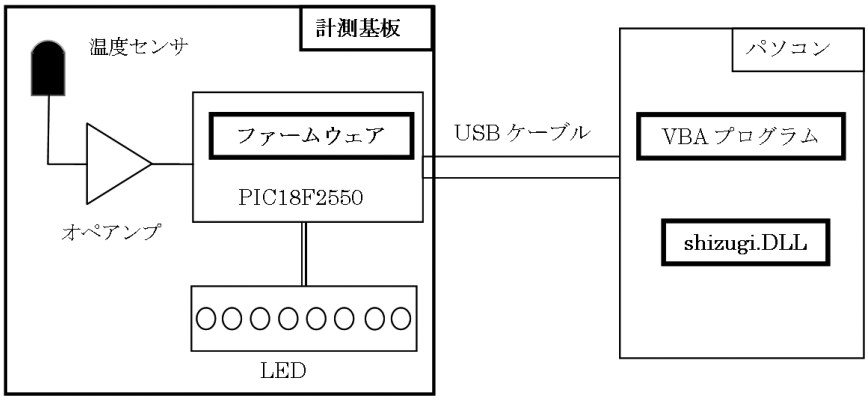

図１　アナログ入力ディジタル計測教具のシステム

グとの機能とを有している。具体的には本計測教具はUSBインターフェースをもち、USBマウスと同様な、操作が可能であるので、生徒が授業中に扱うに適切な教具といえる。

計測基板部分とパソコンとの接続はUSBケーブルで行い、ハードウェアのプログラム制御はパソコン側のVBAで行う。計測基板との実質的な通信機能はshizugi.DLLで行っており、VBAではshizugi.DLLを介して計測基板と制御情報の入出力を行っている。

2-2. アナログ入力ディジタル計測教具のハードウェア

本教具の中核はPIC18F2550である。このPICはUSB2.0対応であり、USBとパソコンとの通信ができる機能を持っている。PIC18F2550に内蔵されているSIE（Serial Interface Engine）でUSB通信の大部分の処理を行う。そのため、PIC側のプログラムとしてはバッファを操作するだけでUSB通信が実現できる。また、最高速度48MHz、5チャンネル、10bit分解能のA/D変換機能などの特徴を持っている。このPICに8個のLEDと温度センサ、USBコネクタと発振子を取り付け、アナログ入力ディジタル計測教具を製作した。本教具の回路図を図2に示した。LM358はオペアンプであり、USBコネクタはBタイプを用い、水晶振動子のクロックは20MHzである。

計測基板のパターン図（図3）は描画ソフトの花子で作成した。パターン図（実寸は縦47×95㎜²）をOHPフィルムに印刷し、感光基板に載せて焼き付けを行い、エッチングを行った。その際、透明なOHPフィルムだけでは感光しすぎてしまうので、トレーシングペーパーを被せて感光させた。基板に部品のはんだ付けを行い、完成した教具を図4に示した。基板１基当たりの金額は1,571円であった。基板の大きさは100×50㎜²であり、コンパクトで机の上で操作するに都合がよい。授業実践を想定して、本教具を20セット製作した。

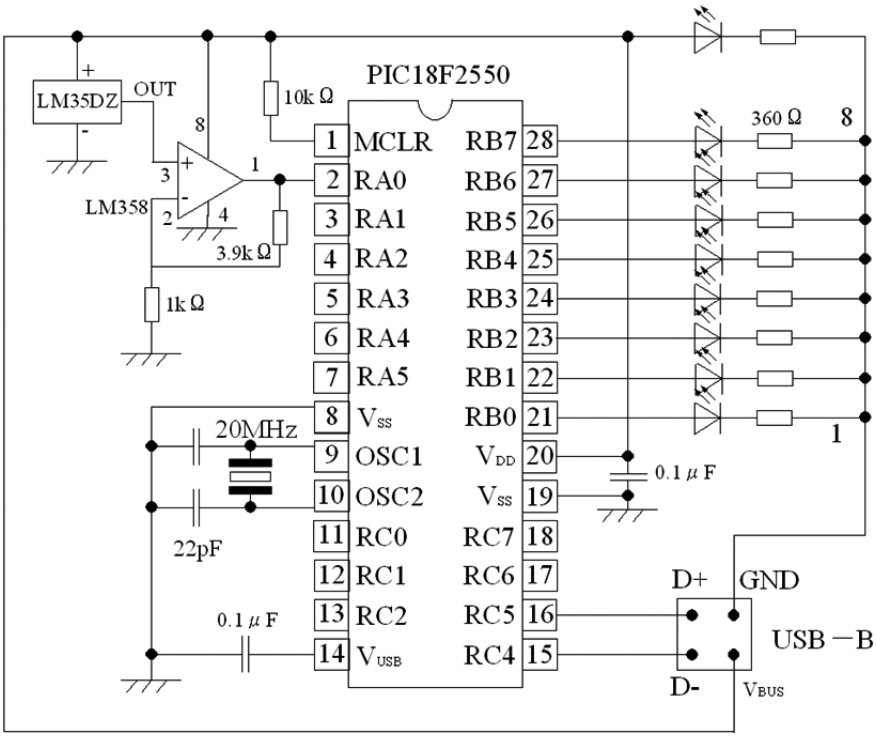

図２　アナログ入力ディジタル計測教具の回路図

図4の左上のトランジスタのような形をした部品が温度センサLM35DZであり、温度に比例する出力電圧を持つ。出力特性は10mV/℃であり、出力電圧は0℃で0V、100℃で1Vになる。最大出力電圧は1Vとなっている。A/Dコンバータの10bit分解能を有効に利用するために、オペアンプLM358で温度センサの出力電圧を5倍に増幅している。

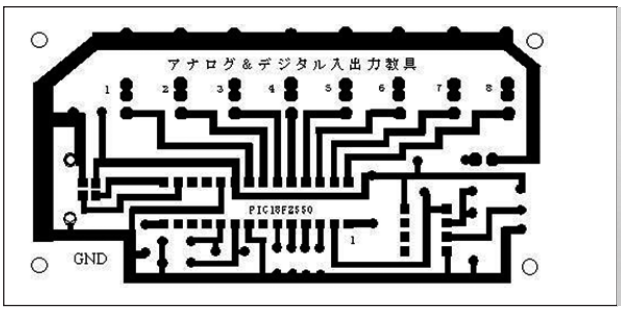

図３　製作したアナログ入力ディジタル基板パターン図

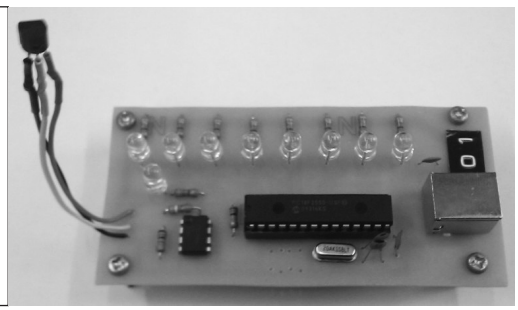

図４　アナログ入力ディジタル計測の計測教具

2-3. アナログ入力ディジタル計測教具のソフトウェア

2-3-1. ファームウェアの開発

ファームウェアとは、電子機器に組み込まれたハードウェアを制御するためのソフトウェアである。本研究ではPICに書き込むプログラムのことを指す。プログラムは後閑哲也著「PICで楽しむUSB機器自作のすすめ」[16]と辻見裕史作成のプログラム[17]を参考に、付属しているサンプルプログラムを基にファームウェアを作成した。開発ツールは、統合開発環境MPLAB IDE ver.7.50とPIC18シリーズ用のPIC C18コンパイラStudent Edition ver.3.02、USBフレームワー

クver.1.3を利用している。

USBフレームワークの利用

USB通信機能を実現するためには複雑な通信プロトコルを設定する必要がある。USBフレームワークはUSB通信プロトコルを簡単に作成するためのツールとして、Microchip社から無償で提供されている。USBフレームワークは5種類のクラスを提供している。その中のHIDクラスを利用してファームウェアを作成した。HIDはキーボードやマウスなど、人とコンピュータの間で情報をやりとりする機器の総称である。HIDクラスとはHIDに対応したデバイスの作成をサポートするクラスである。

作成した機能と書き込み

接続チェック、ディジタル入力、ディジタル出力とA/D変換の4つの機能を作成した。これらの機能はパソコンから送信されるコマンドに従って動作する。作成したアナログ入力ディジタル計測教具の機能は表1のようになっている。MPLAB IDEで作成したプログラムをビルドし、エラーがなければ、hexファイルが生成される。このファイルがPICに書き込むファームウェアとなる。PICへの書き込みは、PIC18シリーズに対応したマルツ電波のPICライターキットMPIC06-KITで行った。作成に使用した実際のプログラムは膨大であり、文献[18]に記載してあるので、ここでの記載は省略する。

表1　アナログ入力ディジタル計測教具の機能一覧

コマンド	機能の内容
1	接続チェック、OK応答
2	8ビット出力の制御（LEDの点灯／消灯を制御）
3	4ビットディジタル入力値を送信（電圧5／0Vを読み取る）
4	温度センサのA/D変換値を送信（10ビットのディジタル値に変換）

2-3-2. DLLの開発

アナログ入力ディジタル計測をVBAでプログラム制御するため、教具との通信を仲介するプログラムshizugi.DLLを作成した。これによって生徒は簡単なプログラミングを行うだけで、アナログ入力ディジタル計測などを行うことができるようになる。DLLの作成にはVC++Ver.6を用いた。DLLの基本構造は、「技術教育用USBデバイスと関連教材の開発」[19]やジャン・アクセルソン[20]で、開発されたDLLをもとに、プログラムに改良を加えて開発した。実際のプログラムは文献[18]に示してあり、紙面の制約もあるので、ここでは省略する。このDLLを使用することで、VBAで煩雑なプログラムを記述せずにデバイスを利用できる。作成にはVC++とWDKを用いている。作

表2　開発したDLLの関数の内容

関数名	内容
usb_find ()	戻り値は、０：USBが繋がっていない、１：接続完了、５：処理が失敗、
usb_out (int Output_Data)	Output_Dataで与えられた数値をデバイスに送信する
usb_in ()	入力ピンRA1が1、RA2は2、RA3は4、RA4は8と二進数となっている
usb_analog　()	返送されたデータは文字列となっているため、整数化した

成した関数は、アナログ入力ディジタル計測教具が接続されていることを確認するUsb_findと各機能を扱うUsb_out、Usb_in、Usb_analogとの4つである。表１のファームウェア中のコマンド１から4に対応したものとなっている。開発したDLLの関数の内容を表2に示した。作成したDLLはシステムフォルダに格納して使用することを前提としている。そのためDLLをシステムフォルダに自動的にコピーするインストーラー「shizugiDllinst.exe」をVB（Visual Basic）で作成した。

2-3-3. VBAプログラムの開発

生徒が用いるプログラミング言語はエクセル上のVBAである。このVBAで、本研究で作成した教具をプログラムするためには、エクセルVBAのモジュールに、shizugi.DLLを使用できるように宣言が必要である（表3）。

表３　エクセルモジュールにおけるDLLの使用宣言

```
Public Declare Function Usb_out Lib "shizugi.dll" (ByVal outdata As Integer) As Integer
Public Declare Function Usb_in Lib "shizugi.dll" () As Integer
Public Declare Function Usb_analog Lib "shizugi.dll" () As Integer
Public Declare Function Usb_find Lib "shizugi.dll" () As Integer
```

さらにUsb_out、Usb_in、Usb_analogとUsb_findの関数をVBA上でさらに使用しやすくするために、モジュール内にout（）、inA、Analogとportに変換した関数を作成した。さらに指定時間を待つJikan（）とJikan2（）などを用意した。Jikan2（）は長時間計測する際、sleep間隔を1分にし、プログラムを休止し、CPU活動の無駄な消費とオーバヒートを防いでいる。また、プログラムを停止させるTomare（）も用意した。

5秒毎に温度計測を行い、エクセルシート上に計測時間と温度を記録することを100回繰り返すプログラムは表4のようになる。かなり簡単なプログラムになっていることがわかる。そして、エクセル上に計測結果が残るのでその後のデータ処理、例えばグラフ化が行える長所もある。生徒は以上のモジュールプログラムが書き込まれたエクセルファイルを受け取り、プログラム作成をはじめるので、モジュール部分は一切関わらない。

表４　５秒毎に温度計測を100回繰り返すプログラム

```
For i=1To 100
      Cells (i,1) =Now                    '計測した時間
      Cells (i,2) =Analog                 '温度を記録
      Jikan (5000)                        '待機時間　5秒
Next
```

生徒はAnalogやout命令とFor文、If文を使用してプログラムの作成を行う。本教具を利用してLEDの点灯や、温度の計測を行うプログラムを作成していくことで、順次、反復、分岐の三制御構造を体験的に学習できる。また、温度センサの出力を増幅したオペアンプの出力電圧をテスタで調べ、プログラム上の数値と比べることでA/D変換の学習も可能である。

３．アナログ入力ディジタル計測教材のテキストの開発

前半にLEDの点滅制御を取り入れ、後半に温度計測する授業計画を構想し、テキストを作成した。テキストの目次は以下の通りである。授業時数は10時間程度としている。

第1章　温度を測って画面に表示しよう
第2章　エクセルのシートに温度の計測結果を記録しよう
第3章　計測結果のLED表示とグラフ化
第4章　一昼夜の温度変化を計測しよう
付録1：インストール
付録2：マクロのセキュリティレベルの設定
付録3：アナログ入力ディジタル計測器の回路図

第1章は、生徒は用意されたエクセルファイル「温度計測学習1.xls」を利用することを前提としている。学習のはじめであることを考慮して、VBAによるプログラムを作る準備として、起動の仕方などを記述した。また、最初のユーザーフォーム（図5）は「温度計測学習1.xls」にすでに組み込まれているものを用いる。生徒はCommandButton1をダブルクリックし、１行のプログラムを書き入れることから学習を始める。温度センサを使ってAnalogの値をフォーム上のテキストボックスに温度を表示させる。温度をテキストボックスに表示させるコードとJikan（）を使い、時間毎に温度変化が計測できるプログラムを作成する。

図５　最初の学習画面（第１章）

第2章は、温度をエクセルのシートに表示させるプログラムを作成する。生徒はこの章ではじめてユーザーフォームを作成する。シート1への記録は次のようなCells（）文で行う。

```
Sheet1.Cells　(1,1)　= Analog
```

シートのセル座標とCells（i,j）のカッコの中の数値i、jとの関連を学習する。繰り返し温度を計測する場合、For文を用いると便利であることを学習する。また、Hour　(Now)　、Minute　(Now)、Second　(Now) を使い温度を計測した時間もセルに記録させる。

図６　計測結果をシートに保存（第２章）

第3章では、計測結果の数値をLED（発光ダイオード）の点灯で表示し、グラフ化する。out命令でLEDの点灯する基本的な事項を教え、8個のLEDの点灯と2進数表示と関連することは簡単に扱う。本教材によるLEDの点滅制御を扱っているので、制御学習に対応しているといえる。同時に温度計測のみだと学習が単純になることを防いでいる。5分間温度と時間を多数回計測し、シート2のセルに記録する課題がある。そして、測った温度と時間のデータは多く、温度の時間変化の全体像を知ることが難しいことを伝えて、グラフ化する課題を示す。このグラフ化は次章の課題の準備ともなっている。

図７　計測結果のLED表示とグラフ化（第３章）

第4章は、一昼夜の温度変化を計測することを目標としている。具体的には生徒が自宅にプログラムと計測器を持ち帰り、一昼夜の温度変化を計測してくる。最初Jikan2 () を利用した長時間の温度計測が行えるプログラムを作成する。次に計測を始める前に自宅での温度計測の前に温度変化の予測をたてる。そして、一昼夜の温度変化の計測を実行し、シート2に記録する。この際、家の人に同意を得てから実行するように指導する。家の人の同意が得られない生徒はコンピュータ室の一昼夜の温度変化の計測を行う。一昼夜の温度変化の計測結果をグラフ化する。そして何時まで起きていたか、または何時まで暖房を付けていたかといった温度変化の要因を考察し、グラフと共に発表会を行う。これらの実践はエネルギー利用や環境教育へも展開できる。

図８　一昼夜の温度計測（第４章）

テキストの構成として、章とユーザーフォームが対応したものとなっている。第１章はユーザーフォーム1（図5）、第2章はユーザーフォーム2（図6）、第3章はユーザーフォーム3（図7）、第4章はユーザーフォーム4(図8)に対応している。そして、章の課題は対応したユーザーフォーム内のコマンドボタンで解く。課題を解くコマンドボタンはわかりやすく、作成しやすくする

ために、敢えてシンプルなデフォルトのCommandButton表記とした。計測結果を記録するシートも第2章はシート１、第3章はシート2、第4章はシート3のように章とシートとの対応を明確にし、授業で不要な混乱を避けるための配慮を行った。なお、本テキストは付録も含めてA4版16ページの分量となった。

4.　アナログ入力ディジタル計測教材の教育実践の試行

開発したアナログ入力ディジタル計測教材の教育実践の試行を、静岡大学附属静岡中学校で行った。2009年度後期、２年生の選択情報の授業で、生徒数は12人（男子１１名、女子１名）であった。授業者は中村誉が行い、久保田強が授業補助に入った。授業場所はパソコン室、実践期間は2009年11月19日から2010年3月11日まで、授業回数は計９回であった。授業は不完全であったが開発中のテキスト「アナログ入力ディジタル計測器を使った温度計測」に則って進めた。プログラムによる温度計測を扱った授業の先行実践例がなかったことと、テキストが開発の途上であったことなどの理由で、本授業実践は「アナログ入力ディジタル計測器を使った温度計測」に関する試行的授業である性格を持つ。

実践を行った生徒達は前期に、VBAでのプレゼンテーション作成の授業を受けている生徒が多かったため、VBAに対する理解があったが再びVBAに慣れるために、ユーザーフォームにコマンドボタンやテキストボックスを作成して簡単な計算をするプログラムの作成を行った。その後、温度計測を行うプログラムの作成に入った。授業の流れとしては、

1）温度をフォームに表示するプログラム、
2）温度をエクセルに記録するプログラム、
3）温度を長時間計測するプログラム、

であった。自宅の温度を計測するにあたって、生徒の自宅のパソコン環境を調査するアンケートを行った。この結果全ての生徒が自宅にパソコンがあり、またエクセルが入っていることが明らかとなり、自宅での温度計測が可能であることがわかった。

最終的に計測教具を生徒が自宅に持ち帰り、家の中の一昼夜の温度計測を行った。最後の発表会では半数ほどの生徒が自宅の温度変化をグラフ化して発表することができた（図9）。残りの生徒は計測したデータを家に忘れたことや、家の人の事情で計測することが出来なかったことなどから自分の計測データが無かったため、教師側で用意した温度データをグラフ化した。

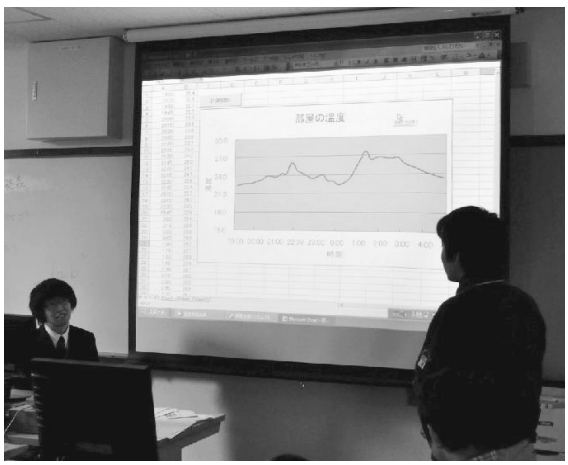

図９　一昼夜の温度計測結果の発表会場面

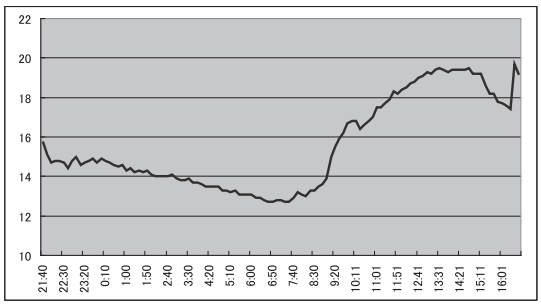

図10　生徒Aの作成による測定結果

＜生徒Aの計測結果＞

生徒Aは夜9時40分に計測を開始し、夕方4時40分に終了しており19時間の計測を行った。また計測の周期は10分であった。図10は生徒Aの計測結果を、自らまとめたグラフである。グラフから夜間は徐々に温度が下がり、8時30分頃から上昇していることが一目瞭然に知ることができる。

＜生徒Bの計測結果＞

生徒Bは、夜9時46分から朝9時30分までの約12時間の計測で、計測周期は20分で行った。図11は生徒Bの計測結果を、自らまとめたグラフである。この結果から、部屋の温度が一定に保たれており温度変化がほとんどないことがわかる。

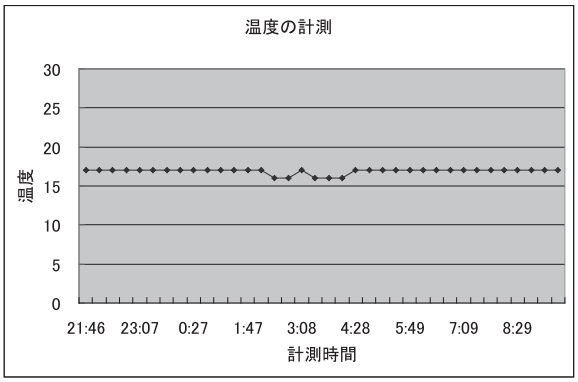

図11　生徒Bの作成による計測結果

本授業を受けた生徒に対して次のアンケートを行った。

(1) 温度を測るプログラム製作は簡単でしたか

(2) シートに記録するプログラム製作は簡単でしたか

(3) グラフ作成は簡単にできましたか

(4) 家で温度を計測した感想を書いてください

質問1-3の結果を図12にまとめた。

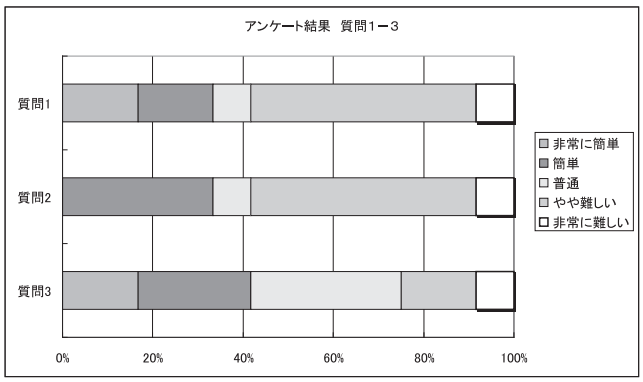

図12　アンケート結果　質問1－3

質問４：家で温度計測を行った感想
・深夜3時～6時が測れなかったので最低気温が測れなかった
・自分のパソコンにエクセルが入っていなかったりしていろいろ苦労した
・あまり温度がかわらなかったのでおどろいた。暖房はつけているが、気温は下がるとおもっていた
・普段はあまり家の温度変化を気にしていなかったけれど、自分の家の快適さだとか生活の様子がこのようなところから分かることに驚いた。
などがあった。

質問1と2はやや難しいという回答が多く、質問3では全体的に簡単であるという回答が多かった。これは当初テキスト開発の遅れから温度計測の手順の記述と説明に不備があったため、プログラム作成に影響を与えたと推定される。テキストを用意して授業を行ったグラフ作成では、簡単だったという回答が多いことからもテキストの重要性が裏付けられる。

質問4では生徒が温度計測を行うことによって、普段気にしていなかった自宅の温度変化に目を向け、家の中の快適さを意識したことが見て取れる。生徒の家の温度環境を掘り起こすことができたといえる。

５．考察

本研究では計測技術のすばらしさそのものに教える価値があるという観点から、中学校技術教育において、計測主体の授業が可能な計測教具の開発を目指した。そのためにUSB接続とVBAでプログラムできるアナログ入力ディジタル計測教具の開発を行った。ハードウェアとして計測基板の設計製作を行い、HIDクラスを組み込んだファームウェアやVBAとリンクできるDLLの開発を行った。ファームウェアとDLLの開発は非常に重要であるものの、それらの手順は煩雑で量的に膨大であったため、その作成の詳細を記述することは出来なかったが、概要とエッセンスは記載した。安価でUSBインターフェースをもち、VBAでプログラムできるアナログ入力ディジタル計測教具の開発ができた。心臓部のPICのPIC18F2550は広範に流通しており、この点以前我々が研究室で開発したUSBインターフェースをもつ教具[21]のマイクロコントローラCY7C63001より手に入りやすいという利点がある。また、この教具はHIDクラスのUSB接続なので、特殊なドライバソフトを必要とせずに、かつUSB接続のマウスと同様な感覚で接続し、使用できる。すなわちパソコンを立ち上げた状態で、教具が必要なときに接続し、そして取り外しができる点は、教具として非常に扱いやすく、長所といえる。

エクセル上のVBAでプログラム計測の学習を行うことの意義はいくつかある。第一に計測技術のすばらしさを体験できる。第二に情報技術教育で重要といえるプログラム教育が、プログラム計測を通じて行うことができる。第三に現代のプログラム教育の基本、すなわち、オブジェクトを利用したプログラム作成と構造化３制御構造のプログラミングの両方を学ぶことができる[22]。オブジェクトを利用したプログラム作成はユーザーフォームの設計と制作を意味する。第四にエクセル上のVBAは学校や自宅で手に入りやすいので、学校や自宅で利用しやすい。第五にセンサを通じて温度を測定したが、パソコンの計時機能を内部に備えており、簡単に使用ができる点である。温度と時間の同時計測が可能であり、温度の時間変動を簡単に計測でき、有益な情報を得ることができる。

また、プログラムがエクセル上のVBAを用い、計測結果をエクセルのシート上に記録できる点も種々の教育効果をもつといえる。エクセル上のVBAはエクセルのシートに記録された結果のグラフ化が可能である。中学生の段階では表計算の必要性や重要性を認識することが容易でないと言われてきた。本計測教材の計測結果の記録と記録結果の処理から、容易に表計算の必要性や重要性を体得できるといえる。このことはプログラム計測の学習を行うことの第六の教育的意義といえる。

アナログ入力ディジタル計測教材のテキストの開発は当初不十分であった。そのため、アナログ入力ディジタル計測教材の教育実践の試行に影響を与えた。計測主体で、プログラムによる温度計測の先行的実践が皆無であったため、手探り状態の授業実践の側面もあった。このような状況下で計測を中心とした授業実践は改めてテキストのもつ重要性を認識させた。

授業のやりやすさや、理解度を考えて、テキストの構造を単純なものに吟味し直した。すなわちテキストの1章が一枚のユーザーフォームに対応するものとした。ユーザーフォーム1画面は生徒が受け取る「温度計測学習1.xls」から与えられており、生徒はプログラム部分のみ作成する。ユーザーフォーム2からユーザーフォーム4までは生徒が作成するものとした。アナログ入力ディジタル計測の授業を通じて、生徒が使う表計算は「温度計測学習1.xls」の１つのファイルで済むようにした。以上のようなテキストの改善から、授業アンケートに見られた、生徒が難しいと感じる部分が改善されると期待される。完成した計測主体のテキストを用いた授業実践が課題として残った。

一方授業実践の試行における授業の感想「自分の家の快適さだとか生活の様子がこのようなところから分かることに驚いた。」から、温度計測をとおして、温度環境などを生徒に意識させる力もある教材である。今回開発した教具は温度センサ１個であったが、今後は温度センサの複数化や照度センサなどを増設することも簡単に可能であり、教具として可能性も広がる。例えば２つの温度センサで屋内と屋外や地上と地中の温度の時間変化を計測し、それらの温度と温度変化を比較することなどで一層、応用範囲が広がるだろう。そしてこのような計測学習を通じて、計測技術のすばらしさを体得できると期待できる。本計測教具は発展途上でかつ可能性を秘めているので、今後さらに教材開発を深め、授業実践研究が必要である。

６．まとめ

本研究では計測技術のすばらしさそのものに教える価値があるとういう観点から、中学校技術教育において､計測主体の授業が可能な計測教具の開発を行った。USB接続とエクセル附属のVBAでプログラムできるアナログ入力ディジタル計測教具の開発ができた。この教具を働かせることのできるファームウェアとDLLを作成した。エクセル上のVBAでプログラム計測の学習を行うことの６点の意義を示した。開発した計測教材とテキストを用いた教育実践の試行を静岡大学附属静岡中学校で行った。この試行授業の結果を踏まえて、計測主体のテキストを完成させた。今後、完成した計測主体のテキストを用いた授業実践が課題として残った。

参考文献

１）森村正直：『超を測る　巨大・微小を知る技術』、産業図書株式会社、1987年
２）例えば、電気学会編:『電気工学ポケットハンドブック（第４版)』、1987年、５章立てのう

ち、第２章が「計測・制御・機器」に充てられ、全体の本文１,500ページのうち「電気電子計測」に75ページの記載がある。
３）松代正三、吉田義之編：『計測工学』、産業図書、1979年
４）文部科学省：『中学校学習指導要領解説　技術・家庭科編』、教育図書、2008年
５）亀山寛、山本和正：「技術・家庭科（男子向）教科書における電気Ｉ領域の量的変遷」、日本産業技術教育学会誌、25巻１号、pp.79-86、1983年
６）例えば、河野義顕:「男女共学の自主テキスト「電気」の授業実践」、『技術教育』、pp. ６-14、1974年10月号、津沢豊志:「回路計を回路学習の教材として扱う授業」、『技術教育』、pp.21-25、1974年10月号、高橋豪一：「電気回路とテスタ技術教育」、『技術教育』、pp.47-51、1977年１月号
７）例えば、長沢郁男:「９つの機能をもった検電･導通テスタの製作」、『技術教室』、pp.26-34 1985年９月号 、清重明佳：「テスタ製作と測定実習」、『技術教室』、pp. 37-45 、1992年６月号
８）亀山寛:「「情報基礎」の教育内容」、日本産業技術教育学会誌、第30巻３号、pp.73-80、1988年
９）亀山寛：『改訂版技術科教育法』、第六章「情報基礎の学習指導」、学文社、pp.151-170 、1994年10月
10）亀山寛：「コンピュータ制御を取り入れた情報基礎教育試案」、日本産業技術教育学会誌、第33巻1号、pp.59-68、1990年
11）亀山寛：「プリンタインターフェースを利用した制御教具の検討」、日本産業技術教育学会誌、第35巻3号、pp.185-193、1993年
12）例えば、大谷良光：「ミニ扇風機の自動化の学習」、『技術教室』、pp.36-41、1994年1月号、松崎寛幸:「信号機の制御から広がるプログラミング」、『NEW教育とコンピュータ』、pp.90-93、1995年10月号、安藤義仁：「複数領域にまたがる総合学習として制御学習を考えてみよう」、『NEW教育とコンピュータ』、pp.80-83、1996年5月号
13）森慎之助、山本透：「中学校技術・家庭科（技術分野）における融合教材″インテリジェントハウス″の開発とその評価」、日本産業技術教育学会誌、第48巻4号、pp.251-258、2006年
14）森慎之助、山本透：「融合教材“インテリジェントハウス”を使用したプログラムと計測･制御学習」、日本産業技術教育学会誌、第49巻4号、pp. 323-330、2007年
15）亀山寛、久保田強：「時間を計測する計測教材の開発」、日本産業技術教育学会第26回全国大会（新潟）講演論文集、p.131、2008年
16）後閑哲也：「PICで楽しむUSB機器自作のすすめ」、技術評論社、2006年
17）辻見裕史：「HIDクラスでのデータ入出力法と、液晶表示器（LCD）の使用方法」 http://phys.sci.hokudai.ac.jp/LABS/yts/pic/hidlcd.zip　2009年10月
18）久保田強：「USBとVBAを用いた計測教材の開発」、2009年度修士論文
19）中村誉：「技術教育用USBデバイスと関連教材の開発」、2008年度修士論文
20）ジャン・アクセルソン、インサイトインターナショナル株式会社訳、「USBコンプリート第3版」、エスアイビー・アクセス、pp.305-370、2006年
21）亀山寛、宮崎克久、野間翔太郎:「エクセルBASICとUSBインターフェースを用いたプログラムロボット教材」、静岡大学教育学部附属教育実践センター紀要第12号、pp.87-103、2006

年
22）亀山寛、内山真路：「「情報とコンピュータ」教育におけるオブジェクト再利用プログラミング教育」、静岡大学教育学部附属教育実践センター紀要、第11号、pp. 65-80、2005年